

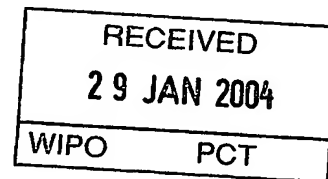


10/542325  
Rec'd PCT/PTO 13 JUL 2005  
PCT/AT 03 / 00380

# ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

Kanzleigebühr € 14,00  
Schriftengebühr € 65,00



Aktenzeichen A 33/2003 ✓

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH  
in A-5282 Ranshofen  
(Oberösterreich),**

am **13. Jänner 2003** eine Patentanmeldung betreffend

**"Verfahren zur Herstellung von Metallschaumkörpern",**

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung mit der  
ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten  
Beschreibung übereinstimmt.

Österreichisches Patentamt

Wien, am 12. Jänner 2004

Der Präsident:

i. A.

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**HRNCIR**  
Fachoberinspektor

**BEST AVAILABLE COPY**

A

33/2003

UNTERS

Urtext

11744

(51) Int. Cl. :

## AT PATENTSCHRIFT

(11) Nr.

(Bei der Anmeldung sind nur die eingerahmten Felder auszufüllen - bitte fett umrandete Felder unbedingt ausfüllen!)

(73)	Patentinhaber: ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH Ranshofen
(54)	Titel: Verfahren zur Herstellung von Metallschaumkörpern
(61)	Zusatz zu Patent Nr.
(66)	Umwandlung von GM /
(62)	gesonderte Anmeldung aus (Teilung): A
(30)	Priorität(en):
(72)	Erfinder:

(22) (21) Anmeldetag, Aktenzeichen:

(60) Abhängigkeit:

(42) Beginn der Patentdauer:

Längste mögliche Dauer:

(45) Ausgabetag:

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

A/-

## **Verfahren zur Herstellung von Metallschaumkörpern**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Metallschaumkörpers, wobei eine gashältige Schmelze erstellt wird und die Schmelze unter Ausbildung eines Metallschaumkörpers erstarren gelassen wird.

Als Metallschaumkörper werden poröse Gegenstände bezeichnet, bei welchen gasgefüllte Poren in einer festen Matrix eingebettet sind, welche aus Metall besteht oder zumindest einen überwiegenden Gewichtsanteil an Metall aufweist. Die eingebetteten Poren sind in der Regel sphärisch und/oder ellipsoid ausgeformt und durch Wände aus Matrixmaterial voneinander getrennt. Herstellungsabhängig können Metallschaumkörper in Bereichen äußerer Oberflächen im Wesentlichen dicht bzw. porenfrei ausgebildet sein. Solchenfalls ist bei einem Metallschaumkörper ein poröser innerer Teil wenigstens teilweise von einer dichten Außenschicht bzw. einer dichten Haut umgeben.

Für Metallschaumkörper ergibt sich auf Grund einer verfahrenstechnisch erreichbaren hohen Porosität und einer geringen Dichte sowie spezieller, für viele Applikationen vorteilhafte Eigenschaften, beispielsweise gute Schalldämpfung, relativ geringe Wärmeleitfähigkeit im Vergleich mit dichtem Matrixmaterial oder hohes Verformungsvermögen bei Stoßbeanspruchung, ein breites Spektrum an möglichen Anwendungen als leichtgewichtige Funktionsbauteile.

Um dieses potentielle Anwendungsspektrum möglichst vollständig ausnutzen zu können, ist es aus wirtschaftlicher und technologischer Sicht wünschenswert, Formkörper aus Metallschaum sowohl mit hoher Qualität als auch möglichst einfach und kostengünstig herstellen zu können. Als Qualitätskriterien kommen vor allem Formkörper-Dichte, Anzahl, Form, Größe der Poren und Verteilung derselben im Formkörper sowie bei Ausbildung eines Metallschaumkörpers mit einer dichten bzw. porenfreien Außenschicht eine Beschaffenheit von äußeren Oberflächen in Betracht.

Zufolge des erkannt hohen Anwendungspotentiales von Metallschaumkörpern sind bereits erhebliche Anstrengungen unternommen worden, um Verfahren zu ihrer Herstellung aufzuzeigen, welche die genannten Wunschvorstellungen möglichst erfüllen.

Gemäß dem Stand der Technik sind gegenwärtig mehrere Kategorien von Verfahren geläufig.

Zum Ersten ist bereits vorgeschlagen worden, zellulare bzw. Poren aufweisende metallische Körper durch Beschichten von Gegenständen, beispielsweise mittels elektrochemischer Verfahren, herzustellen. Näher betrachtet werden mit solchen Verfahren Verbundkörper erstellt, welche Verbundkörper aus dichten Substratteilen, die als Beschichtungsgrundlage dienen, und auf diesen Substratteilen abgeschiedenen porösen Metallteilen bestehen. Nachteilig ist bei diesen Verfahren, dass sich mit Beschichtungstechniken grundsätzlich nur geringe Schichtdicken erzielen lassen und somit ein erreichbares Volumen an abgeschiedenen porösen Metall limitiert ist. Auch können sich bei diesen Verbundkörpern Haftprobleme der Art ergeben, dass sich bei Gebrauch die abgeschiedenen Metallschaumteile leicht von den Substratteilen ablösen.

Zum Zweiten sind pulvermetallurgische Verfahren vorgeschlagen worden, beispielsweise in der US 3,087,807 oder der DE 4 018 360 C1. Bei Verfahren solcherart wird ein Metallpulver mit einem Treibmittelpulver vermengt und das vermengte Pulvermaterial im Zuge eines Umformens oder durch Pressen kompaktiert. Daraufgehend wird das Kompaktmaterial bis zur Abspaltung von Gas vom Treibmittel und einer damit verbundenen Porenbildung im zuvor kompaktierten Material erwärmt. Mit derartigen pulvermetallurgischen Verfahren können Metallschaumkörper hoher Qualität bereitgestellt werden. Allerdings sind diese Verfahren bezüglich des eingesetzten Materials und der erforderlichen Vorrichtungen äußerst aufwändig, weil eine Herstellung und ein Einsatz wenigstens zweier Pulverkomponenten notwendig ist. Auch müssen die einzelnen Pulverkomponenten vor einem Erwärmen innig vermengt und die Pulverkörner

miteinander verschweißt werden, beispielsweise durch heißisostatisches Pressen, um im hergestellten Metallschaumkörper Poren mit einer homogenen Verteilung zu erzielen.

Zum Dritten sind schmelzmetallurgische Verfahren bekannt. Bei diesen Verfahren wird eine aufschäumbare Metallschmelze erstellt und danach ein Gas in die Schmelze eingebracht, wodurch ein fließfähiger Metallschaum erzeugt wird, welcher sich an der Schmelzenoberfläche ansammelt. Der an der Schmelzenoberfläche vorhandene Metallschaum kann, wie in der EP 666 784 B geoffenbart, auf Grund seiner Fließfähigkeit durch vorsichtiges Pressen unter Aufrechterhaltung der Porenstruktur zu Formkörpern verarbeitet werden. Nachteilig ist bei diesen schmelzmetallurgischen Verfahren, dass eine Metallschmelze in reinem Zustand nicht aufschäumbar ist. Zum Zweck der Erzielung einer Aufschäumbarkeit muß vor einer Durchführung des Aufschäumens die Schmelze mit einem viskositätssteigernden Mittel, beispielsweise einem Inertgas (GB 1,287,994), oder mit Keramikpartikel (EP 0 666 784 B) versetzt werden. Weiters ist, wie erwähnt, der an der Schmelzenoberfläche angesammelte Metallschaum fließfähig. Dies ist zwar für eine formgebende Verarbeitung des Metallschaumes günstig, kann aber in Folge mangelnder Stabilisierung der metallischen Wände zu einem partiellen Zusammenfallen des gebildeten Metallschaumes und damit zur einer unkontrollierbaren Ausbildung dichter Zonen im Inneren eines so erstellten Gegenstandes führen.

Im Hinblick auf schmelzmetallurgische Verfahren sind auch Verfahren vorgeschlagen worden, die ohne viskositätsteigernde Zuschlagstoffe durchgeführt werden können. So ist bekannt, dass in einer Metallschmelze unter hohem Druck und bei hohen Temperaturen Wasserstoff gelöst werden kann, welcher auf Grund eines Löslichkeitssprunges bei einer Erstarrung der Schmelze von dieser unter Blasenbildung freigesetzt werden kann. Die Blasen können während der Erstarrung einer Schmelze eingeschlossen werden, wodurch ein poröser metallischer Gegenstand gebildet wird. Mit derartigen Verfahren sind dichte metallische Ausgangsmaterialien unmittelbar in Poren aufweisende Körper

umwandelbar, wofür allerdings ein beträchtlicher apparativer Aufwand notwendig ist. Insbesondere werden für eine Wasserstoffeinbringung in eine Schmelze Autoklaven, welche hohen Drücken und hohen Temperaturen standhalten, benötigt. Auch bringt eine Verwendung von Wasserstoffgas bei hohen Drücken und Temperaturen von zumindest einigen hundert Grad ein erhebliches Sicherheitsrisiko für das Bedienungspersonal mit sich. Ferner kann ein Teil der gebildeten Blasen bzw. des gelösten Gases während der Erstarrung einer Schmelze aus dieser austreten, sodass ein Einschluß des freigesetzten Gases in der Schmelze nicht erfolgt und folglich die Porosität der mit diesem Verfahren erstellten Gegenstände gering ist.

Hier setzt die Erfindung an und setzt sich zum Ziel ein gattungsgemäßes Verfahren anzugeben, mit welchem Metallschaumkörper hoher Qualität mit geringem Vorrichtungsaufwand und bei vermindertem Sicherheitsrisiko für das Bedienungspersonal herstellbar sind.

Dieses Ziel wird dadurch erreicht, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art Einsatzmaterial unter Atmosphärendruck geschmolzen und dabei und/oder darauffolgend Gas in das Flüssigmetall eingebracht wird, worauf das Flüssigmetall in eine Form gebracht und bei zumindest zeitweilig vermindertem Umgebungsdruck erstarren gelassen wird.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass Metallschaumkörper hoher Porosität mit einem geringen apparativen Aufwand und in überraschend einfacher Weise hergestellt werden können. Es hat sich gezeigt, dass beim Aufschmelzen eines Einsatzmaterials unter Atmosphärendruck in einem offenen Schmelzgefäß ohne Überdruckvorrichtungen und einem gleichzeitigen und/oder darauffolgenden Einbringen von Gas in die flüssige Phase des Einsatzmaterialies eine ausreichende Gasbeaufschlagung der Schmelze erfolgen kann, um bei der Erstarrung derselben die Ausbildung eines Metallschaumkörpers geringer Dichte bewirken zu können. Diese Wirkung kann gemäß der Erfindung zur Herstellung eines Metallschaumkörpers gewünschter

Form dann nutzbringend ausgenutzt werden, wenn das Flüssigmetall zuerst in eine Form gebracht wird und dann in dieser bei zumindest zeitweilig vermindertem Umgebungsdruck erstarren gelassen wird. Durch eine Verfestigung der Schmelze bei vermindertem Umgebungsdruck kommt es in der Schmelze zu einer Ausbildung einer Vielzahl von Gasblasen, welche jedoch auf Grund der einsetzenden bzw. fortschreitenden Erstarrung der Schmelze in dieser eingeschlossen werden, weshalb erfindungsgemäß erstellte Metallschaumkörper eine geringe Dichte aufweisen.

Weiters weist ein erfindungsgemäßes Verfahren den Vorteil einer höheren Sicherheit für ein Bedienungspersonal auf, da eine Verwendung von Gasen bei hohen Drücken und hohen Temperaturen während der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens vermieden werden kann.

Als besonders vorteilhaft hat es sich bei einem erfindungsgemäßen Verfahren erwiesen, wenn zumindest Teile des Einsatzmaterials vor dem Aufschmelzen in wenigstens eine Verbindung umgewandelt werden, welche im Bereich des und/oder über dem Schmelzintervall desselben mindestens ein im Flüssigmetall lösbares Gas abgibt. Weil durch diese Maßnahme die porenbildende Komponente, ein Gas, bereits vor einem Aufschmelzen eines Einsatzmaterials in Form einer gasabgebenden Verbindung bereitgestellt werden kann, kann gänzlich auf Vorrichtungsmittel zur Einbringung von Gas in eine Schmelze verzichtet werden. Vorteilhaft ist auch, dass eine Umwandlung bei Temperaturen wesentlich unterhalb der Schmelztemperatur eines Metalles erfolgen kann. Dadurch kann ein Gas in gebundener Form bei niedrigen Temperaturen und damit im Effekt energiesparend eingebracht werden. Um in der Folge ein Gas in eine Schmelze einzubringen, ist lediglich ein kurzes Aufheizen von vorbehandeltem Einsatzmaterial bis zur Zersetzungstemperatur einer gasabgebenden bzw. gasabspaltenden Verbindung durchzuführen, wodurch die Verweilzeit in einem Ofen gesenkt und der Materialdurchsatz erhöht wird.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt eine Umwandlung von zumindest Teilen des Einsatzmaterials vor dem Aufschmelzen in wenigstens eine Verbindung, welche im Bereich des und/oder über dem Schmelzintervall desselben mindestens ein im Flüssigmetall lösbares Gas abgibt, in einer bevorzugten Weiterbildung durch Kontakt mit einem Gas bzw. Gasgemisch. Von diesbezüglichem Vorteil ist, dass das Ausmaß einer Umwandlung des Einsatzmaterials in oberflächennahen Zonen und damit eine Menge des (der) beim Aufschmelzen eingebrachten Gas(e) über den zugeleiteten Gasstrom und die Behandlungsdauer genau gesteuert werden können.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren kann eine Umwandlung von zumindest Teilen des Einsatzmaterials vor dem Aufschmelzen in wenigstens eine Verbindung, welche im Bereich des und/oder über dem Schmelzintervall desselben mindestens ein im Flüssigmetall lösbares Gas abgibt, bevorzugt auch durchgeführt werden, indem ein Kontakt mit einem Aerosol erfolgt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Reaktion eines Einsatzmaterials mit einer Flüssigkeit als Reaktionspartner unter großer Wärmefreisetzung verlaufen würde. Mittels eines Aerosoles kann zum Einen ein Reaktionspartner mit einem Trägergas verdünnt flüssig zugeführt werden und eine hohe lokale Erwärmung eines Einsatzmaterials während einer Umwandlung vermieden werden. Zum Anderen bewirkt das Trägergas eine Wärmeabfuhr bzw. eine Kühlung des behandelten Materials.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren kann hinsichtlich einer Umwandlung von zumindest Teilen des Einsatzmaterials vor dem Aufschmelzen in wenigstens eine Verbindung, welche im Bereich des und/oder über dem Schmelzintervall desselben mindestens ein im Flüssigmetall lösbares Gas abgibt, weiters vorgesehen sein, dass die Verbindung bei einer Temperatur von höchstens 250 °C, vorzugsweise von höchstens 150 °C, über Schmelz- bzw. Solidustemperatur des Metalles Gas(e) abgibt. Dies hat den Vorteil, dass eine Überhitzung des Flüssigmetalles zum Zweck der Abgabe von Gas(en) aus einer Verbindung und



damit der Energieaufwand zur Herstellung eines Metallschaumkörpers gering gehalten werden können.

Formkörper aus Metallschaum hoher Qualität lassen sich in besonders einfacher Weise erstellen, wenn das Einsatzmaterial aus einem Leichtmetall, insbesondere aus Magnesium oder einer Magnesiumlegierung, gebildet wird, weil diese Metalle durchwegs gute Lösungseigenschaften für Gase aufweisen. Daher läßt sich bei Einsatz von Leichtmetallen in einem erfindungsgemäßen Verfahren eine hohe Porosität von Metallschaumkörpern erzielen.

Höchste Porosität der erstellten Metallschaumkörper mit einfachen Einrichtungen wird erreicht, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren die Erstarrung des Flüssigmetalls bei einem Umgebungsdruck im Bereich von 0.03 bar bis 0.2 bar erfolgt. Umgebungsdrücke in diesem ausgewählten Bereich sind verfahrenstechnisch einfach und genau einstellbar und können mit einfachsten Vorrichtungen, beispielsweise mit sogenannten Wasserstrahlpumpen, erzeugt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vor Einbringung des Flüssigmetalles die Form vorgewärmt. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass ein Metallschaumkörper mit einer zumindest größtenteils dichten äußeren Schicht ausgebildet wird, wobei gleichzeitig Risse an bzw. in der dichten Außen- bzw. Oberflächenschicht, wie sie bei einem Abschrecken auftreten können, hintangehalten werden.

Wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren eine wärmeisolierte Form eingesetzt wird, kann die Dichte von erstellten Metallschaumkörpern wesentlich verringert werden. Die Ursache für diesen Effekt ist gegenwärtig noch ungeklärt. Der Fachmeinung zufolge soll ein möglichst wirksames Abführen der freiwerdenden Erstarrungswärme der Schmelzmasse und nachfolgend ein rasches Abkühlen zielführend sein, um ein in eine Schmelze eingebrachtes Gas bei Erstarrung in dieser zu halten bzw. ein Austreten aus derselben zu verhindern.

Gegenteilig zu dieser Meinung wurde nun aber gefunden, dass bei einem erfindungsgemäßen Verfahren ein Einsatz einer wärmeisolierten Form, wodurch eine Wärmeabfuhr und damit ein Abkühlen verzögert wird, zu Metallschaumkörpern signifikant geringerer Dichte führt.

Im Folgenden ist die Erfindung an Hand von Beispielen noch weiter erläutert.

#### Beispiel 1

Es wurden Blöcke einer Legierung AZ 91, das ist eine Magnesiumlegierung mit etwa 9 Gewichtsprozent Aluminium und etwa 1 Gewichtsprozent Zink, Rest Magnesium, erstellt. Danach wurde erstelltes Material mehrere Tage lang in freier Umgebung gelagert und waren dabei feuchter Luft und Regen ausgesetzt.

Nach einer Lagerung wurden Blöcke in Schmelzgefäßen unter Atmosphärendruck aufgeschmolzen, wobei eine Atmosphäre aus 1 Vol.-%  $\text{SF}_6$  und 99 Vol.-% Argon bestand. Eine Schmelze wurde auf  $685^\circ\text{C}$  erhitzt; danach wurden etwa 70 Gramm dieser Schmelze in einen auf eine Temperatur von  $300^\circ\text{C}$  vorgewärmten Tiegel gefüllt. Anschließend wurde der befüllte Tiegel in eine Unterdruckkammer gebracht, die Kammer verschlossen und unmittelbar danach in der Kammer ein Unterdruck von 80 Millibar erzeugt. Dieser Unterdruck wurde sieben Minuten lang aufrecht gehalten, wonach die Kammer belüftet und geöffnet wurde und der Tiegel entnommen wurde.

Im Tiegel hatte sich ein poröser, in seinem Inneren Poren aufweisender Metallschaumkörper mit einer Dichte von circa  $0.95 \text{ g/cm}^3$  gebildet. Eine äußere Oberfläche des Körpers war im Wesentlichen dicht und rißfrei ausgebildet. Bei querschnittlicher Betrachtung des Schaumkörpers nach einem Aufschneiden desselben zeigte sich, dass die gebildeten Poren einen Durchmesser von ca. 1 bis 4 Millimeter hatten und gleichmäßig über die Querschnittsfläche verteilt waren. Eine dichte äußere Schicht bzw. Haut war ca. 1 Millimeter stark.

### Beispiel 2

In einem weiteren Versuch wurde analog zu Beispiel 1 verfahren, wobei ein wärmeisolierter Tiegel eingesetzt wurde. Es wurde ein Metallschaumkörper mit einer im Wesentlichen dichten und rißfreien Oberfläche erhalten. Die Porenstruktur entsprach der in Beispiel 1 beschriebenen. Im Vergleich mit einem in Beispiel 1 beschriebenen, in einem nicht-wärmeisolierten Tiegel hergestellten Metallschaumkörper konnte festgestellt werden, dass die Dichte des Metallschaumkörpers mit etwa  $0.75 \text{ g/cm}^3$  signifikant geringer war.

### Beispiel 3

Die in Beispiel 1 und 2 genannten Versuche wurden mit handelsüblichen Magnesiumschrottteilen der Sorte AZ 91 wiederholt. Es wurden analoge Ergebnisse zu Beispiel 1 bzw. Beispiel 2 erzielt. Demzufolge ergibt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch eine Möglichkeit Recycling-Material auf einfachem Weg in hochwertige Funktionsbauteile umzuwandeln.

In weiteren Versuchen mit Recycling-Material konnten besonders vorteilhafte Ergebnisse in Bezug auf geringe Schaumkörperdichte und Porenausbildung mit Druckgusschrottmaterial aus Magnesiumlegierungen als Einsatzmaterial erhalten werden. Dabei erbrachten verfahrenstechnisch analog zu Beispiel 1 und Beispiel 2 durchgeführte Versuche Magnesiumschaumkörper mit Dichten von  $0.85 \text{ g/cm}^3$  und  $0.65 \text{ g/cm}^3$ . Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass bei Druckgussverfahren verfahrensbedingt Gas in das Gießmetall eingebracht wird und Druckgussteile daher immer porös sind. Werden nun Druckgusschrottteile in einem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt, so kann Gas nicht nur durch Zersetzung von oberflächlich vorliegenden Verbindungen sondern auch durch die im Einsatzmaterial vorliegenden Poren bzw. Blasen eingebracht werden. Somit erfolgt eine zweifache Gaseinbringung. Dies wird durch Versuche mit sandgestrahlten Druckgusschrottteilen bestätigt, welche in Metallschaumkörpern höherer Dichte resultierten.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Metallschaumkörpers, wobei eine gashältige Schmelze erstellt wird und die Schmelze unter Ausbildung eines Metallschaumkörpers erstarren gelassen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass Einsatzmaterial unter Atmosphärendruck geschmolzen und dabei und/oder darauffolgend Gas in das Flüssigmetall eingebracht wird, worauf das Flüssigmetall in eine Form gebracht und bei zumindest zeitweilig vermindertem Umgebungsdruck erstarren gelassen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest Teile des Einsatzmaterials vor dem Aufschmelzen in wenigstens eine Verbindung umgewandelt werden, welche im Bereich des und/oder über dem Schmelzintervall desselben mindestens ein im Flüssigmetall lösbares Gas abgibt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umwandlung von Teilen des Einsatzmaterials durch Kontakt mit einem Gas bzw. Gasgemisch erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umwandlung von Teilen des Einsatzmaterials durch Kontakt mit einem Aerosol erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung bei einer Temperatur von höchstens 250 °C, vorzugsweise von höchstens 150 °C, über Schmelz- bzw. Solidustemperatur des Metalles Gas(e) abgibt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Einsatzmaterial aus einem Leichtmetall, insbesondere aus Magnesium oder einer Magnesiumlegierung, gebildet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Erstarrung des Flüssigmetalles bei einem Umgebungsdruck im Bereich von 0.03 bar bis 0.2 bar erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass vor Einbringung des Flüssigmetalles die Form vorgewärmt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine wärmeisolierte Form eingesetzt wird.

10. Verwendung von Druckgusschrottmaterial als Einsatzmaterial in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Wien, am 13. Januar 2003

ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH

durch:

PATENTANWÄLTE  
Dipl.-Ing. Dr. Helmut WILDHACK  
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard JELLINEK

## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Metallschaumkörpers, wobei eine gashältige Schmelze erstellt wird und die Schmelze unter Ausbildung eines Metallschaumkörpers erstarren gelassen wird. Um Metallschaumkörper gewünschter Form und hoher Qualität mit geringem Vorrichtungsaufwand und bei vermindertem Sicherheitsrisiko für das Bedienungspersonal herzustellen, wird vorgeschlagen, dass Einsatzmaterial unter Atmosphärendruck geschmolzen und dabei und/oder darauffolgend Gas in das Flüssigmetall eingebracht wird, worauf das Flüssigmetall in eine Form gebracht und bei zumindest zeitweilig vermindertem Umgebungsdruck erstarren gelassen wird.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**